

PERENCANAAN TEKNIS DESAIN PIT PADA PENAMBANGAN BATUBARA DI PIT III JAMBI

TECHNICAL PLANNING OF PIT DESIGN AT COAL MINING OF PIT III JAMBI

Wahono Rasid¹, Rr.Harminuke Eko Handayani², Bochori³

^{1,2,3}Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, Indonesia

Email : harminuke@ft.unsri.ac.id ; wahono.rasid@gmail.com

ABSTRAK

Sistem penambangan yang digunakan di Pit III seluas 10.211 ha adalah sistem tambang terbuka dengan metode penambangan open pit menggunakan kombinasi antara backhoe dan dumptruck. Tahapan mendesain pit perlu dilakukan pemodelan lapisan batubara sehingga didapatkan informasi di daerah penelitian berupa ketebalan seam A 3,3 – 4,5 m dan seam B 1,5 – 3,4 meter dengan dip ke arah barat laut sedangkan strike tegak lurus dari arah dip. Tujuan penelitian ini untuk merencanakan teknis desain pit yang dibuat dengan membuat tinggi jenjang 10 meter, lebar jenjang 3 meter, dan kemiringan jenjang 60° dan selanjutnya jalan yang akan diterapkan untuk lebar jalan angkut lurus 8,71 meter, lebar jalan angkut pada tikungan dengan sudut 45° dibuat 12,88 meter dan kemiringan jalan maksimum 8%. Desain pit memiliki luas sebesar 11 hektar dengan stripping ratio sebesar 4 dimana overburden yang harus digali sebesar 2.061.418 BCM untuk mendapatkan batubara sebanyak 515.355 ton. Forcast plan untuk jumlah kebutuhan peralatan gali-muat yang digunakan untuk memindahkan overburden adalah backhoe Komatsu PC 400 dengan jumlah 3 unit, dengan alat angkut sebanyak 8 unit dumptruck Hino 500 FM 260 JD. Alat gali – muat yang dibutuhkan untuk mengambil batubara adalah Komatsu PC 300 sebanyak 1 unit, dengan alat angkut kuartal I 6 unit, kuartal II 7 unit, kuartal III 6 unit dan kuartal IV 8 unit dumptruck Isuzu Giga FVZ.

Kata kunci: Batubara, Desain Pit, Alat Gali-Muat, Alat Angkut

ABSTRACT

The mining system applied of 1,211 hectares is open pit mine performed with digging, loading and hauling in the conventional combination of backhoe excavators and dumptruck. Coal seam modeling is done to obtain information on the research area. The purpose of this study is to plan a technical pit design done by creating a high level of 10 m, 3 m wide level, and slope of 60° and the next level will be applied to road transport straight road width 8.71 meters, width of road transport on the bend at an angle of 45° made 12.88 meters and maximum grade of 8%. Pit design have area of 11 hectares with a stripping ratio of 4 where overburden to dig 2,061,418 BCM to get coal 515 355 ton. Forcast plan for the needs of appliance of dig- load to be used to strip the overburden is Backhoe Komatsu PC 400 with the number 3 unit, with appliance transport 8 units dumptruck Hino 500 FM 260 JD. Appliance of dig- load to take the coal is Komatsu PC 300 as one unit, with appliance transport. 6 units in the first quarter, the second quarter of 7 units, 6 units in the third quarter and fourth kuartl 8 units of Isuzu Giga FVZ dumptruck.

Keywords: Coal, Pit Design, Appliance of Dig-Load, Appliance Transport.

1. PENDAHULUAN

PT. Karya Bumi Baratama adalah perusahaan pertambangan batubara dengan Perjanjian Karya Pengusaha Pertambangan Batubara (PKP2B) dengan konsesi tambang seluas 10.211 hektare di Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi. Kegiatan eksplorasi yang telah dilakukan mengindikasikan bahwasanya terdapat 3 (tiga) lapisan batubara, dengan ketebalan lapisan antara 1 – 6 meter dengan kemiringan rata – rata $\pm 5^\circ$. Pelaksanaan kegiatan produksi batubara telah

berlangsung sejak tahun 2015 dimana dalam pelaksanaan proses penambangan batubara telah bekerja sama dengan kontraktor alat berat.

Penambangan pada *pit* II yang merupakan *pit* yang sedang beroperasi pada saat ini akan selesai dilaksanakan. Perlu dirancang desain *pit* III sebagai langkah awal dalam memenuhi target produksi dengan rencana produksi batubara sebesar 500.000 Ton sebelum rencana aktual penambangan dilakukan. Pemboran ulang telah dilakukan dengan jumlah sebanyak 15 (lima belas) titik bor yang akan digunakan untuk memodelkan batubara sebelum langkah mendesain *pit* dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi pemodelan batubara yang diperoleh berupa seam, desain *pit* pada penambangan batubara, *forecast plan* untuk kebutuhan peralatan penggalian dan peralatan pemuatan yang akan digunakan untuk *overburden removal* dan mendapatkan batubara atau *coal getting*.

Perencanaan desain *pit* dilakukan menggunakan *software minescape*. *Software minescape* ini merupakan *software* tambang yang aplikatif, *fleksible* dan efisien pada perencanaan tambang (*mine design*) sehingga sesuai digunakan pada perencanaan jangka panjang, jangka menengah maupun jangka pendek pada tambang batubara. Selain menentukan desain *pit* perlu dilakukan *forecast plan* perhitungan kebutuhan peralatan yang dibutuhkan untuk menunjang hasil produksi *pit* yang direncanakan.

Banyak cara untuk mendesain sebuah batas tambang, metodenya dibedakan oleh ukuran endapan, kuantitas dan kualitas data, asumsi dari *engineering*, dan kemampuan analisisnya. Langkah pertama untuk perencanaan jangka pendek atau panjang yaitu dengan menentukan batas dari tambang. [1].

Urutan penambangan didesain selama tiga bulan dan di buat dalam bentuk peta. Desain peta nantinya dibuat dengan mempertimbangkan target pengupasan *overburden* dan batubara yang di dapatkan sesuai dengan *stripping ratio*. Berdasarkan target yang telah ditetapkan maka dengan memperoleh produktivitas masing – masing alat dan jam kerja alat yang efektif dapat diketahui berapa alat yang akan dialokasikan untuk proses penambangan [2].

Hal utama yang harus diperhatikan sebelum eksploitasi penambangan adalah pemilihan dalam sistem penambangan yang paling sesuai dengan keadaan endapan yang ada. Namun dengan batasan keamanan, teknologi, dan ekonomi guna mencapai keuntungan yang maksimum dengan ongkos yang rendah [3].

Salah satu aspek yang penting dalam sebuah perencanaan tambang yaitu bagaimana merancang desain *pit* tambang. Perancangan desain *pit* dilakukan pada saat setelah tahap eksplorasi dan studi konseptual. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tambang adalah penentuan batas awal dan batas akhir penambangan (*pit limit/boundary pit*), bentuk desain *pit* tambang, penjadwalan produksi, *sequence* penambangan, serta arah kemajuan penambangan [4].

Penentuan geometri jenjang perlu dipertimbangkan beberapa hal yaitu alat yang digunakan, target produksi bulanan dan tahunan, sesuai dengan kriteria *slope stability* dan sesuai dengan *ultimate pit slope*. Tahapan operasi di *pit*, untuk menentukan sudut lereng bisa menggunakan bendera yang diletakkan di pucuk jenjang (*crest*). Bendera berfungsi sebagai tanda bagi operator yang bertugas untuk melakukan penggalian, posisi bendera berada di pucuk jenjang sebagai acuan agar terbentuk *slope* [5].

Hasil penggalian peralatan mekanis secara umum membentuk sudut antara 60 ampai 65 derajat. Jika sudut yang diinginkan lebih curam, maka salah satu tekniknya adalah dengan menggunakan peledakan *pre-splitting*. Umumnya untuk batuan masif kemiringan lereng antara $55^{\circ} - 80^{\circ}$ sedangkan untuk batuan sedimen biasanya antara $50^{\circ} - 60^{\circ}$ [6].

Setiap alat akan memiliki waktu edar (*cycle time*) yang berbeda - beda. *Cycle time* dipengaruhi beberapa faktor untuk alat gali – muat dipengaruhi skill dari operator, sedangkan untuk alat angkut skill operator alat angkut, banyaknya tikungan jalan yang dilalui alat angkut, kondisi jalan, kondisi alat, tempat manuver alat [7].

2. METODE PENELITIAN

Penyelesaian masalah dilakukan dengan mendalami beberapa referensi yang terakait dengan permasalahan yang ada. Studi literatur yang dilakukan berupa studi mengenai perencanaan teknis desain *pit* meliputi desain geometri jenjang, geometri jalan, dan *forecast plan* jumlah peralatan penggalian yang dibutuhkan didapatkan dari laporan-laporan penelitian, jurnal, buku yang berkaitan dengan penelitian serta kunjungan ke perpustakaan.

Proses pengambilan data yang dilakukan di lokasi pengamatan dengan mengambil data yang berkaitan dengan penelitian, pengambilan data yang dilakukan berupa data primer dan data sekunder. Data primer diambil secara langsung di lapangannya yaitu berupa data *cycle time* peralatan pemuatan dan peralatan pengangkutan. Tahapan mendapatkan data *cycle time* alat gali-muat dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengukuran waktu gali (*diging*), waktu *swing* isi, waktu *dumping*, dan waktu *swing* kosong. Pengambilan data untuk mendapatkan data *cycle time* alat angkut dilakukan pengamatan dan pengukuran waktu muat *loading*, waktu pengangkutan, waktu menumpahkan material (*dumping*), waktu kembali, dan waktu hambatan (*delay*).

Setelah data penelitian yang dibutuhkan telah diperoleh maka data-data tersebut akan dilakukan proses pengolahan, langkah-langkahnya yaitu; (1) Pemodelan endapan *seam* batubara menggunakan *software minescape*, (2) Pembuatan *open cut* desain *pit* penambangan menggunakan *software minescape*, (3) Perhitungan *reserve* batubara dan jumlah *overburden* yang didapatkan dari hasil perencanaan *pit* yang didesain dengan menggunakan *software minescape*, (4) Perhitungan produktivitas alat gali-muat dan alat angkut untuk mendapatkan kuantitas alat yang digunakan.

Perencanaan desain *pit* yang akan dirancang yaitu dengan menentukan safety factor lereng. Geometri lereng terdiri dari tinggi lereng, lebar lereng dan kemiringan lereng yang akan membentuk *pit*. Desain geometri lereng yang akan diterapkan disesuaikan dengan alat yang digunakan, target produksi kriteria slope stability. Lebar lereng ditentukan berdasarkan tinggi lereng menggunakan persamaan sebagai berikut [1]:

$$\text{Lebar minimum bench} = 4,5 \text{ ft} + 0,2 \times \text{tinggi bench} \quad (1)$$

Desain jalan yang nantinya akan dirancang berupa desain lebar maksimum jalan angkut untuk jalan lurus dan pada jalan tikungan, serta kemiringan jalan. Desain jalan dipengaruhi oleh penggunaan alat angkut yang memiliki lebar paling besar yang akan beroperasi yaitu *dumptruck* Hino 500 FM 260 JD. Perhitungan dimensi jalan didapatkan berdasarkan rumus berikut [8]:

$$L_{\min} = n \times W_t + (n + 1) \left(\frac{1}{2} \times W_t \right) \quad (2)$$

Keterangan:

n = Jumlah jalur kendaraan

W_t = Lebar Alat Angkut

Desain lebar maksimum jalan angkut pada jalan tikungan dipengaruhi oleh lebar/jarak jejak roda kendaraan, lebar tonjolan/juntai truck bagian belakang dan depan pada saat kendaraan membelok, jarak antar *dumptruck* pada saat persimpangan serta jarak sisi luar *dumptruck* di tepi jalan menggunakan persamaan sebagai berikut [8]:

$$W_{\min} = n (U + F_a + F_b + Z) + 0,5 (U + F_a + F_b) \quad (3)$$

Keterangan:

n = Jumlah jalur kendaraan

U = Lebar alat angkut

F_a = Jarak roda depan dengan sisi samping terluar *dumptruck* dikalikan sinus sudut penyimpangan roda, meter

F_b = Jarak roda belakang dengan sisi samping terluar *dumptruck* dikalikan sinus sudut penyimpangan roda, meter

Z = Jarak sisi luar *dumptruck* ke tepi jalan, meter

Desain kemiringan jalan dipengaruhi oleh beda tinggi dan jarak mendatar antara dua titik yang diukur menggunakan persamaan sebagai berikut [9]:

$$\text{Grade } (\alpha) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100 \% \quad (4)$$

Keterangan:

Δh = Beda tinggi antara dua titik

Δx = Jarak datar antara dua titik

Apabila proses desain *pit* telah selesai, maka akan dilanjutkan penentuan peralatan mekanis yang digunakan untuk menunjang hasil *cutting* tanah penutup dan batubara dari hasil desain *pit* tiap kuartal pada tahun 2017. Oleh karena itu, harus ditentukan terlebih dahulu produksi masing-masing alat yang dipengaruhi oleh produktivitas alat, waktu jam kerja untuk pengambilan *overburden* dan batubara, serta physical availability alat yang kemudian dari hasil produksi alat, nantinya akan disesuaikan terhadap hasil *cutting* *overburden* dan batubara yang diperoleh, sehingga didapatkan jumlah

peralatan mekanis (alat muat dan alat angkut) yang dibutuhkan. Produktivitas peralatan dipengaruhi oleh kapasitas bucket, faktor bucket, swell factor, efisiensi alat, dan cycle time menggunakan persamaan sebagai berikut [10]:

$$P = \frac{KB \times Eff \times FB \times SF \times 3600}{CT} \quad (5)$$

Keterangan:

KB = Kapasitas Bucket
 FB = Bucket Factor
 SF = Faktor Pengembangan
 Eff = Efisiensi excavator
 CT = Cycle Time

Produktivitas alat angkut dipengaruhi oleh jumlah pengisian loader dan dumptruck, kapasitas bucket, faktor bucket, swell factor, efisiensi alat angkut, dan cycle time menggunakan persamaan sebagai berikut [4]:

$$P = \frac{n \times KB \times Eff \times FB \times SF \times 3600}{CT} \quad (6)$$

Keterangan:

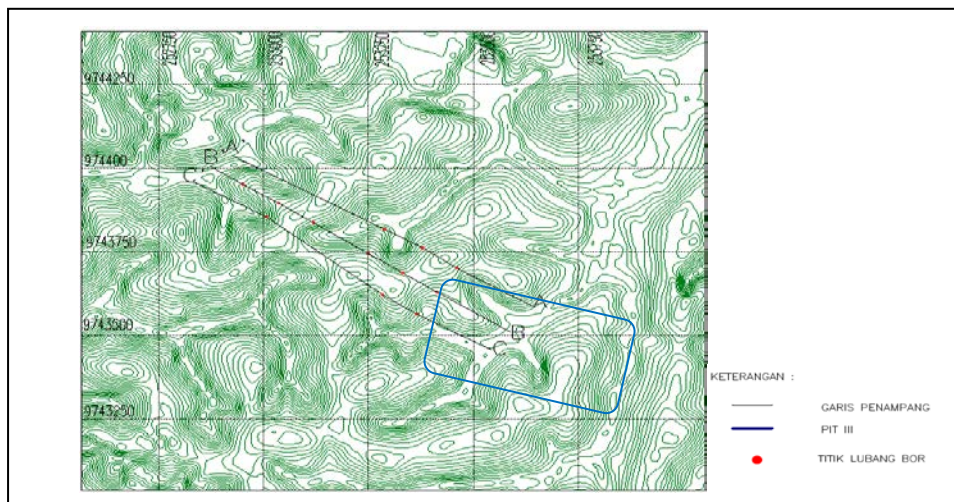
n = Jumlah pengisian
 KB = Bucket Capacity
 FB = Bucket Factor
 SF = Swell Factor
 Eff = Efisiensi excavator
 CT = Cycle Time

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

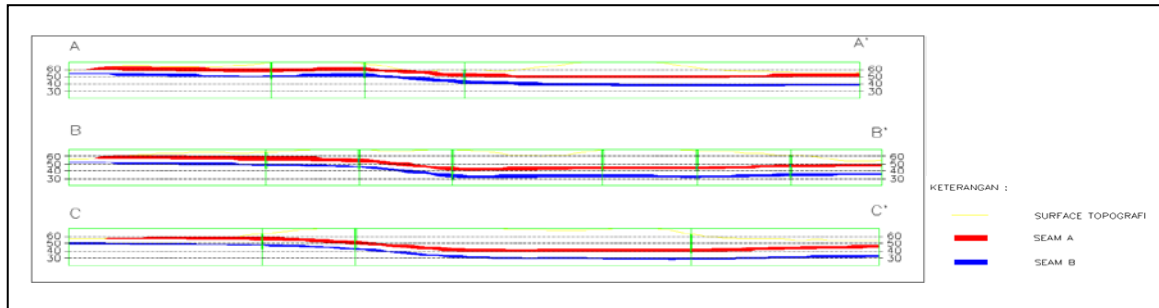
3.1. Pemodelan batubara

Pemodelan batubara didapatkan dari informasi sebanyak 15 titik lubang bor yang berada di area penelitian. Pemodelan batubara ini diawali dengan menamai masing – masing *seam* dengan cara melihat data litologi kemudian setiap *seam* yang memiliki nama yang sama dihubungkan dengan memilih opsi *pinch* pada menu *minescape* karena *seam* bersifat menipis. Batubara *seam A* memiliki ketebalan antara 3,3 – 4,5 M, dan *seam B* memiliki ketebalan antara 1,5 – 3,4 M dan *seam* batubara memiliki *dip* 5⁰ kearah barat laut sedangkan *strike* tegak lurus terhadap arah *dip*.

Untuk mendapatkan informasi penampang dua dimensi dibuat tiga garis penampang yang melewati titik bor yang bertujuan untuk mewakili keseluruhan endapan batubara dari lubang bor yang ada. Garis penampang dibuat searah dengan *dip* yang telah didapatkan agar dapat melihat kemiringan lapisan batubara dan arah penyebarannya. (Gambar 1). Informasi yang diperoleh bahwa di daerah penelitian terdapat 2 *seam* batubara yaitu *seam A* yang berwarna merah dan *seam B* berwarna biru yang terlihat pada penampang dua dimensi (Gambar 2).



Gambar 1. Garis Penampang Melewati Titik Bor



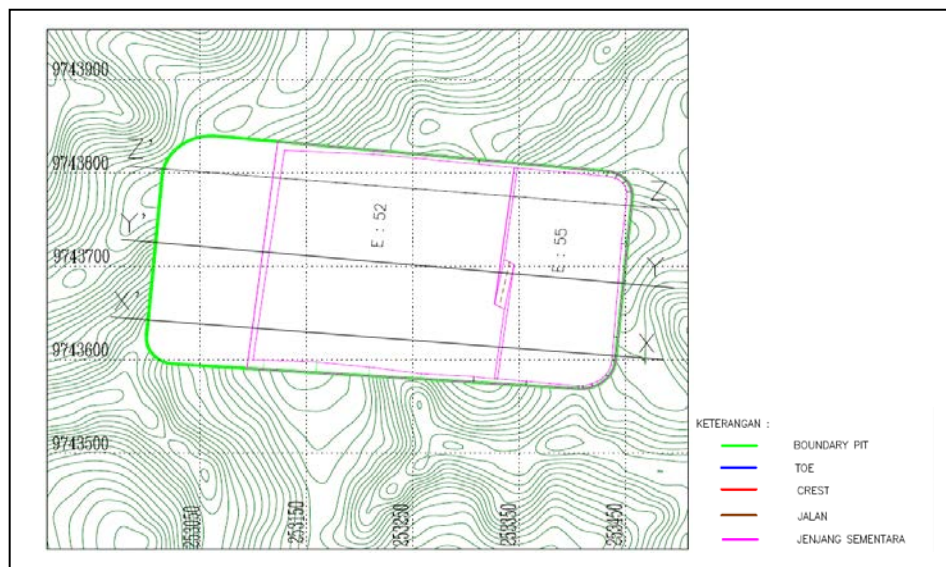
Gambar 2. Penampang Dua Dimensi Seam Batubara

3.2. Desain Pit

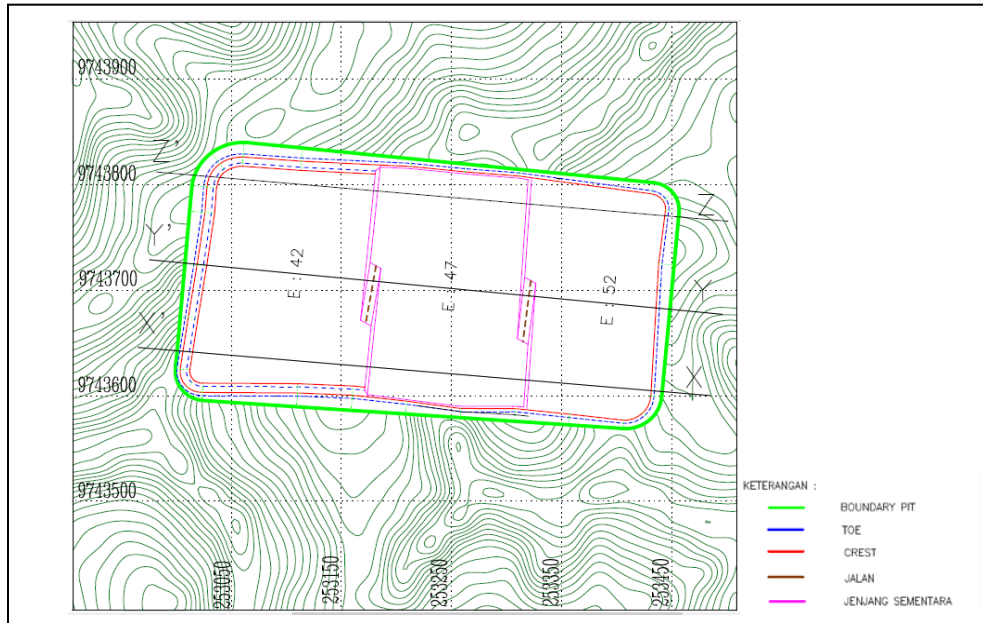
Desain *pit* dibuat dengan membuat jenjang pada bagian *boundary pit* sehingga akan terbentuk bentuk sebuah *pit* dengan desain geometri jenjang yang didapatkan dari hasil rekomendasi konsultan geoteknik berupa tinggi *bench* 10 meter, lebar *bench* 3 meter, kemiringan *bench* 60° (*single slope*), *overall slope* 52° terhadap *high wall*. Batasan penambangan (*boundary pit*) yang diterapkan disini dengan melihat dimana akan terbentuk *subcrop* pada *seam* batubara dan luasnya pembebasan lahan yang telah dilakukan.

Penambangan pada kuartal I ini dimulai dari sisi *subcrop*, dimana pada bagian ini batubara lebih dekat dengan topografi, sehingga untuk awal penambangan bisa secepatnya memproduksi batubara. Penambangan dilanjutkan menuju ke arah *dip*, ke arah ini hanya mengupas *overburden* dan pada *front* penambangan dibuat datar agar memudahkan transportasi pengangkutan. Penambangan diawali dengan menggali daerah *subcrop* dengan kedalaman 55 mdpl dan kemudian dibuat jenjang sementara dengan kemiringan 60° dan tinggi 3 m dan kemudian dilanjutkan menuju arah *dip* dengan kedalaman 52 mdpl. Penambangan pada kuartal ini memproduksi *overburden* sebesar 515.852 bcm dan batubara sebesar 127.317 ton dengan *stripping ratio* 4,0 (Gambar 3).

Penambangan dilanjutkan dengan memperdalam pada bagian sisi *subcrop* sampai mencapai *floor seam* B mengarah ke *dip* dan pada bagian *low wall* sudah membentuk final jenjang sedangkan pada bagian *high wall* sudah membentuk dua jenjang dengan kedalaman sudah mencapai 42 mdpl. *Front* penambangan dibuat datar dengan membuat dua jenjang sementara yang memiliki tinggi 5 M dengan sudut 60° . Penambangan pada kuartal II ini memproduksi 498.476 bcm *overburden* dan 127.317 ton batubara dengan *stripping ratio* 4,3 dan sudah mencapai pada *floor seam* B pada bagian *low wall* (Gambar 4).



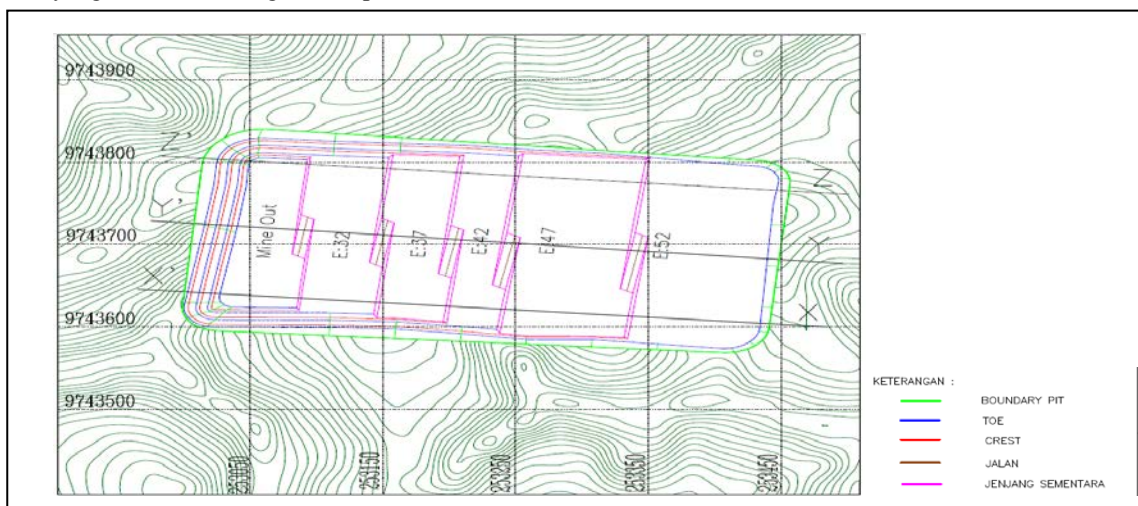
Gambar 3. Desain Pit Kuartal I



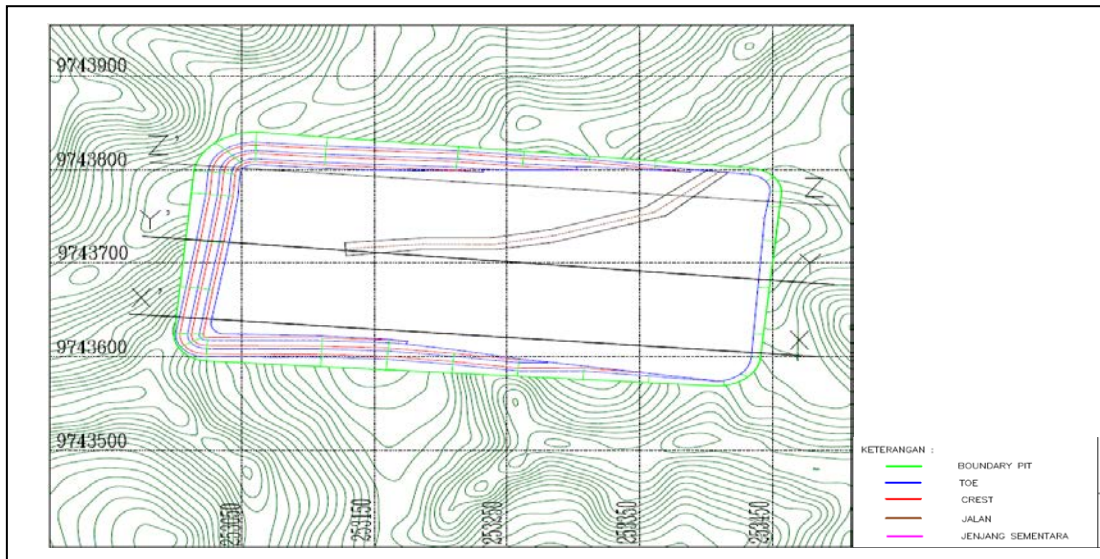
Gambar 4. Desain Pit Kuartal II

Penambangan pada kuartal III jenjang baik *low wall* ataupun *high wall* sudah bersifat final. Pembuatan jenjang sementara dengan kemiringan 60° dan tinggi 5 M sampai mencapai kedalaman 25 mdpl pada sisi *high wall*. Penambangan pada kuartal ini *overburden* dapat ditempatkan pada bagian yang sudah mencapai dasar (*in pit*) dan dapat juga menjadi tempat air, sehingga air terkumpul di sana. Penambangan pada kuartal III ini memproduksi 532.021 bcm *overburden* dan 139.440 ton batubara dengan *stripping ratio* 3,8 (Gambar 5).

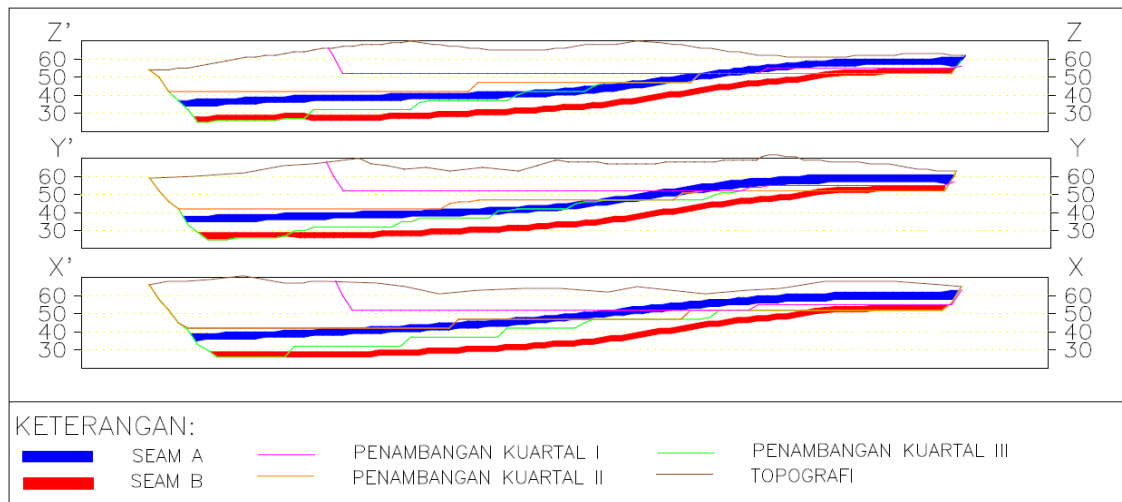
Penambangan pada kuartal IV merupakan bagian akhir penambangan, dimana pada penambangan pada tahap ini sudah mendapatkan seluruh batubara yang ada di dalam *pit*. Penambangan dilakukan sampai mencapai *floor* dari *seam B* sesuai desain *pit* yang didesain dan tidak di bentuk jenjang karena *floor seam* relatif datar (Gambar 6). Penambangan pada kuartal IV ini memproduksi sebesar 515.069 bcm *overburden* dan batubara sebesar 133.765 ton batubara dengan *stripping ratio* 3,9. Penambangan dari kuartal I hingga kuartal IV dibuat penampang dua dimensi untuk melihat bagian batubara yang telah ditambang di setiap kuartal (Gambar 7).



Gambar 5. Desain Pit Kuartal III



Gambar 6. Desain Pit Kuartal IV



Gambar 7. Penampang Dua Dimensi Desain Pit Kuartal I - IV

Desain jalan yang akan dirancang yaitu untuk lebar jalan angkut lurus 8,71 meter, lebar jalan angkut pada tikungan 12,88 meter untuk sudut penyimpangan 45° , dan *grade* (kemiringan) jalan maksimum 8% dengan mempertimbangkan kinerja alat agar bekerja dengan baik

3.3. Forecast Plan Kebutuhan Alat Gali - Muat dan Alat Angkut

Kebutuhan alat gali - muat dan alat angkut diperoleh dengan cara mengolah produktivitas alat, data *working hours plan* dan data *physical availability* yang nantinya akan disesuaikan dengan data rencana produksi yang ada. Alat yang digunakan untuk gali - muat *overburden* dari kuartal I - IV sebanyak 3 unit *bachoe* KomatsuPC 400 dengan alat angkut dari kuartal I - III 8 unit dan kuartal IV 9 unit *dumptruck* Hino 500 FM 260 JD, sedangkan untuk kebutuhan alat gali - muat batubara yang di gunakan dari kuartal I – IV sebanyak 1 unit *backhoe* KomatsuPC 300 dan alat angkut sebanyak 8 unit *dumptruck* Isuzu Giga FVZ (Tabel 1).

Tabel 1. Forecast Plan Alat Gali - Muat Dan Alat Angkut di PT. Karya Bumi Baratama Untuk Produksi Pit III

Deskripsi	Material	Target produksi	Jenis Alat	Produktivitas Alat	Jumlah Alat (Unit)	Pembulatan (Unit)
KUARTAL I	OVERBURDEN (BCM)	515852	PC 400	237.955,8	2,2	3
			DT HINO FM	65.999,3	7,8	8
	BATUBARA (Ton)	127317	PC 300	309.641,7	0,4	1
			DT ISUZUGIGA	21.643,2	5,9	6
KUARTAL II	OVERBURDEN (BCM)	498476	PC 400	239.073,0	2,1	3
			DT HINO FM	66.513,0	7,5	8
	BATUBARA (Ton)	114833	PC 300	311.095,5	0,4	1
			DT ISUZUGIGA	21.811,6	5,3	7
KUARTAL III	OVERBURDEN (BCM)	532021	PC 400	231.724,7	2,3	3
			DT HINO FM	64.252,2	8,3	8
	BATUBARA (Ton)	139440	PC 300	301.533,5	0,5	1
			DT ISUZUGIGA	21.070,3	6,6	6
KUARTAL IV	OVERBURDEN (BCM)	515069	PC 400	206.676,1	2,5	3
			DT HINO FM	56.951,4	9,0	9
	BATUBARA (Ton)	133765	PC 300	268.938,7	0,5	1
			DT ISUZUGIGA	18.676,1	7,2	8

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Informasi pemodelan batubara yang diperoleh berupa *seam* A memiliki ketebalan antara 3,3 – 4,5 m, dan *seam* B memiliki ketebalan antara 1,5 – 3,4 m yang cenderung menipis, dengan *dip* $\pm 5^\circ$ ke arah barat laut dengan *strike* tegak terhadap *dip*.
2. Desain *pit* pada penambangan batubara di *pit* III didesain dengan tinggi *bench* 10 m, lebar *bench* 3 m, kemiringan *bench* 60° (*single slope*), lebar pada jalan lurus 8,715 M, pada tikungan dengan sudut 45° sebesar 12,88 m, kemiringan jalan (*grade*) maksimum 8 %, luas bukaan *pit* III ini sebesar 11 Ha dengan *stripping ratio* kuartal I 4,5, kuartal II 3,9, kuartal III 4,1 dan kuartal IV 3,7 dengan keseluruhan SR sebesar 4, dimana *cutting overburden* sebesar 2.061.418 BCM untuk mendapatkan batubara sebesar 515.355 ton.
3. *Forecast plan* untuk kebutuhan alat gali - muat yang akan digunakan untuk mengupas *overburden* adalah *backhoe* Komatsu PC 400 dengan jumlah 3 Unit, dengan alat angkut kuartal I sampai kuartal III sebanyak 8 unit dan pada kuartal IV 9 unit *dumptruck* Hino 500 FM 260 JD. Alat gali – muat yang dibutuhkan untuk mendapatkan batubara adalah *backhoe* Komatsu PC 300 sebanyak 1 unit, dengan alat angkut kuartal I 6 unit, kuartal II 7 unit, kuartal III 6 unit dan kuartal IV 8 unit *dumptruck* Isuzu Giga FVZ.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hustrulid, W dan Kuchta, M. (1995). *Open Pit Planning and Design Volume 1 Fundamentals*. Rotterdam : A.A. Balkema.
- [2] Novita, D., Handayani, H. E. dan Bochori, B. (2014). Perancangan Pengupasan Overburden Pada Quarter 4 Tahun 2013 di Pit S5 Pt. Cipta Kridatama Site RBH, Indragiri Hulu, Riau. *Jurnal Ilmu teknik*. 2(3)
- [3] Chironis, N. P. (1978). *Coal Age Operating Handbook of Coal Surface Mining and Reclamation*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- [4] Gafoer S., Burhan, G. and Purnomo, J. (1986). *The geology of the Palembang Quadrangle, Sumatera*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G).
- [5] Arif, I dan Adisoma G. S. (2002). *Perencanaan Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [6] Singh, R. D. (1997). *Principles and Practices of Modern Coal Mining*. New Delhi: New Age International, Ltd.
- [7] Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarman.
- [8] Hartman, H. L. (1987). *Introductory Mining Engineering*. Alabama: The University of Alabama Tuscaloosa.
- [9] Nabar, D. (1998). *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Palembang: Universitas Sriwijaya.

- [10] Suryaputra, A. (2009). Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup PT. Marunda Graha Mineral di Kecamatan Laung Tuhup, Kabupaten Murung Raya, Kalimantan Tengah. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. 1(2) 20-26